

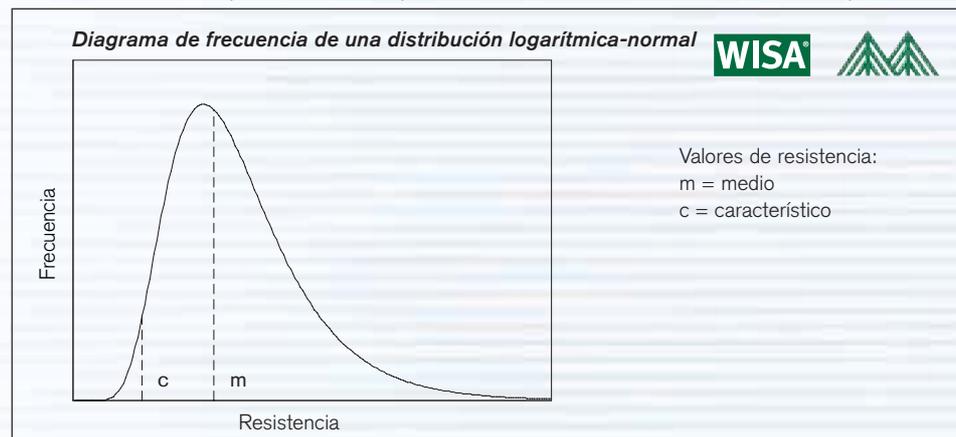
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONTRACHAPADO FINLANDÉS

3

3.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

Además de la resistencia, el módulo de elasticidad y módulo de cizalladura, son necesarias las propiedades de densidad y sección como valores de entrada en el proceso de diseño. Estas propiedades han sido determinadas para el contrachapado finlandés por el VTT (Centro Técnico de Investigación de Finlandia) en cooperación con los productores de contrachapado.

Se sacaron muestras de contrachapado de manera representativa de todas las fábricas de contrachapado finlandesas. Antes de las pruebas se acondicionaron los paneles en salas controladas climáticamente a una humedad relativa constante del 65% y una temperatura de 20°C. Las pruebas se realizaron de acuerdo con la norma EN 789. En las pruebas la duración de la carga fue de 5 minutos. Basándose en los resultados de las pruebas, se determinaron los valores medio y característico de acuerdo con la EN 1058. El valor característico está relacionado con el valor del percentil 5 de la población obtenido de los resultados de las pruebas.



Además, se realizaron pruebas de flexión de acuerdo con el método de prueba dado en la EN 310. Este método tiene como resultado unos mayores valores de resistencia a la flexión y unos menores valores de módulo de elasticidad pero sólo es adecuado para fines de control de calidad y, por lo tanto, no se usa como base para ningún dato de diseño.

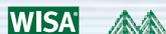
Los valores medio y característico de densidad a utilizar en los cálculos de diseño se dan en la Tabla 3-1. Para otros fines, p.e., el transporte del contrachapado, se pueden usar otros valores.

Las construcciones, así como el espesor, el área, el módulo de resistencia de la sección y el momento de inercia del área de las secciones transversales del contrachapado lijado se dan de la Tabla 3-2 a la Tabla 3-6. Para el contrachapado no lijado estos valores darán lugar a un diseño conservador.

El módulo de elasticidad medio, así como los valores de resistencia característicos en flexión, tensión y compresión se dan de la Tabla 3-2 hasta la Tabla 3-6. Estos valores se dan a lo largo y a través de la dirección de las chapas exteriores. El módulo de cizalladura medio y los valores de resistencia característicos del panel y planar (en rodadura) se dan de la Tabla 3-7 hasta la Tabla 3-11.

Tabla 3-1. Densidad a utilizar en el diseño.

Los valores se dan a una humedad relativa del 65%.



Contrachapado	Medio	Característico
	kg/m ³	kg/m ³
Abedul (chapas de 1.4 mm)	680	630
Combi (chapas de 1.4 mm)	620	560
Conífera (chapas de 1.4 mm)	520	460
Conífera (chapas gruesas)	460	400



Símbolos utilizados de la Tabla 3-2 a la Tabla 3-11



t = espesor	f_c = resistencia a la compresión	= chapa de abedul de veta transversal
A = área	f_v = resistencia a la cizalladura	— = chapa de abedul de veta longitudinal
W = módulo de resistencia a la sección	f_r = resistencia a la cizalladura planar	= chapa de abeto de veta transversal
I = momento de inercia del área	E_m = módulo de elasticidad en flexión	— = chapa de abeto de veta longitudinal
= paralelo a la veta de la cara	E_t = módulo de elasticidad en tensión	
⊥ = perpendicular a la veta de la cara	E_c = módulo de elasticidad en compresión	
f_m = resistencia a la flexión	G_v = módulo de rigidez en cizalladura	
f_t = resistencia a la tensión	G_r = módulo de rigidez en cizalladura planar	

CONSTRUCCIÓN, ESPESOR, ÁREA, MÓDULO DE RESISTENCIA DE LA SECCIÓN, MOMENTO DE INERCIA DEL ÁREA, ASÍ COMO PROPIEDADES DE FLEXIÓN, TENSIÓN Y COMPRESIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL CONTRACHAPADO FINLANDÉS LIJADO PARA SER USADO EN EL DISEÑO. TODOS LOS VALORES SE DAN PARA LA SECCIÓN TRANSVERSAL COMPLETA.



Tabla 3-2. Contrachapado de abedul

Construcción de las chapas	Propiedades de sección						Resistencia característica						Módulo de elasticidad medio			
	Espesor nominal	Nº de chapas	t medio mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Flexión		Compresión		Tensión		Flexión		Tensión y compresión	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
	4	3	3.6	3.6	2.16	3.89	65.9	10.6	31.8	20.2	45.8	29.2	16471	1029	10694	6806
	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	29.0	29.3	22.8	42.2	32.8	12737	4763	9844	7656
	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	32.1	28.3	23.7	40.8	34.2	11395	6105	9511	7989
	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	33.2	27.7	24.3	40.0	35.0	10719	6781	9333	8167
	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	33.8	27.4	24.6	39.5	35.5	10316	7184	9223	8277
	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	34.1	27.2	24.8	39.2	35.8	10048	7452	9148	8352
	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	34.3	27.0	25.0	39.0	36.0	9858	7642	9093	8407
	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	34.4	26.9	25.1	38.8	36.2	9717	7783	9052	8448
	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	34.5	26.8	25.2	38.7	36.3	9607	7893	9019	8481
	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	34.6	26.7	25.3	38.5	36.5	9519	7981	8993	8507
	35	25	34.4	34.4	197	3392	37.6	34.7	26.6	25.4	38.4	36.6	9389	8111	8953	8547
	40	29	40.0	40.0	267	5333	37.2	34.7	26.5	25.5	38.3	36.8	9296	8204	8925	8575
	45	32	44.2	44.2	326	7196	37.0	34.7	26.5	25.5	38.2	36.8	9259	8241	8914	8586
	50	35	48.4	48.4	390	9448	36.8	34.8	26.4	25.6	38.1	36.9	9198	8302	8895	8605



Tabla 3-3. Contrachapado combi

Construcción de las chapas	Propiedades de sección						Resistencia característica						Módulo de elasticidad medio			
	Espesor nominal	Nº de chapas	t medio mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Flexión		Compresión		Tensión		Flexión		Tensión y compresión	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.8	29.0	24.5	22.8	19.1	32.8	12690	4763	8859	7656
	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	43.9	32.1	22.5	23.7	17.5	34.2	10983	6105	8141	7989
	12	9	12.0	12.0	24.0	144	40.0	33.2	21.5	24.3	16.7	35.0	10012	6781	7758	8167
	15	11	14.8	14.8	36.5	270	37.5	33.8	20.8	24.6	16.2	35.5	9386	7184	7520	8277
	18	13	17.6	17.6	51.6	454	35.8	34.1	20.4	24.8	15.8	35.8	8950	7452	7358	8352
	21	15	20.4	20.4	69.4	707	34.5	34.3	20.0	25.0	15.6	36.0	8628	7642	7240	8407
	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	32.9	34.4	19.8	25.1	15.4	36.2	8381	7783	7151	8448
	27	19	26.0	26.0	113	1465	31.2	34.5	19.6	25.2	15.3	36.3	8185	7893	7081	8481
	30	21	28.8	28.8	138	1991	29.9	34.6	19.5	25.3	15.1	36.5	8026	7981	7024	8507



Tabla 3-4. Contrachapado combi mirror

Construcción de las chapas	Propiedades de sección						Resistencia característica						Módulo de elasticidad medio			
	Espesor nominal	Nº de chapas	t medio mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Flexión		Compresión		Tensión		Flexión		Tensión y compresión	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	16.6	29.3	15.8	42.2	12.3	12737	3538	9844	5688
	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	18.3	28.3	16.4	40.8	12.8	11395	4535	9511	5935
	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	19.0	27.7	16.8	40.0	13.1	10719	5037	9333	6067
	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	19.3	27.4	17.0	39.5	13.2	10316	5337	9223	6149
	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	19.5	27.2	17.2	39.2	13.4	10048	5536	9148	6205
	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	19.6	27.0	17.3	39.0	13.5	9858	5677	9093	6245
	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	19.7	26.9	17.4	38.8	13.5	9717	5782	9052	6276
	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	19.7	26.8	17.4	38.7	13.6	9607	5863	9019	6300
	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	19.8	26.7	17.5	38.5	13.6	9519	5928	8993	6319

Tabla 3-5. Contrachapado de conifera, chapas finas

Construcción de las chapas	Propiedades de sección						Resistencia característica						Módulo de elasticidad medio			
	Espesor nominal	Nº de chapas	t medio mm	A mm²/mm	W mm³/mm	I mm⁴/mm	Flexión		Compresión		Tensión		Flexión		Tensión y compresión	
							f _m N/mm²	f _{m⊥} N/mm²	f _c N/mm²	f _{c⊥} N/mm²	f _t N/mm²	f _{t⊥} N/mm²	E _m N/mm²	E _{m⊥} N/mm²	E _{t/c} N/mm²	E _{t/c⊥} N/mm²
	4	3	3.6	3.6	2.16	3.89	37.6	6.0	22.0	14.0	17.1	10.9	12235	765	7944	5056
	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	29.1	16.6	20.3	15.8	15.8	12.3	9462	3538	7313	5688
	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	26.0	18.3	19.6	16.4	15.2	12.8	8465	4535	7065	5935
	12	9	12.0	12.0	24.0	144	24.5	19.0	19.2	16.8	14.9	13.1	7963	5037	6933	6067
	15	11	14.8	14.8	36.5	270	23.6	19.3	19.0	17.0	14.8	13.2	7663	5337	6851	6149
	18	13	17.6	17.6	51.6	454	23.0	19.5	18.8	17.2	14.6	13.4	7464	5536	6795	6205
	21	15	20.4	20.4	69.4	707	22.5	19.6	18.7	17.3	14.5	13.5	7323	5677	6755	6245
	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	22.2	19.7	18.6	17.4	14.5	13.5	7218	5782	6724	6276
	27	19	26.0	26.0	113	1465	22.0	19.7	18.6	17.4	14.4	13.6	7137	5863	6700	6300
	30	21	28.8	28.8	138	1991	21.8	19.8	18.5	17.5	14.4	13.6	7072	5928	6681	6319

Tabla 3-6. Contrachapado de conifera, chapas gruesas

Construcción de las chapas	Propiedades de sección							Resistencia característica						Módulo de elasticidad medio			
	Tipo	Espesor nominal	Nº de chapas	t medio mm	A mm²/mm	W mm³/mm	I mm⁴/mm	Flexión		Compresión		Tensión		Flexión		Tension and compression	
								f _m N/mm²	f _{m⊥} N/mm²	f _c N/mm²	f _{c⊥} N/mm²	f _t N/mm²	f _{t⊥} N/mm²	E _m N/mm²	E _{m⊥} N/mm²	E _{t/c} N/mm²	E _{t/c⊥} N/mm²
	9/3-3.0	9	3	8.4	8.4	11.8	49.4	28.6	3.8	19.3	10.7	11.6	6.4	11453	547	7714	4286
	9/3-3.2	9	3	9.0	9.0	13.5	60.8	28.7	3.8	19.3	10.7	11.6	6.4	11461	539	7733	4267
	12/4-3.0	12	4	11.4	11.4	21.7	123	25.6	8.3	14.2	15.8	8.5	9.5	10250	1750	5684	6316
	12/5-2.6	12	5	12.4	12.4	25.6	159	22.8	11.4	17.4	12.6	10.5	7.5	9124	2876	6968	5032
	15/5-3.0	15	5	14.4	14.4	34.6	249	22.9	11.3	17.5	12.5	10.5	7.5	9179	2821	7000	5000
	15/5-3.2	15	5	15.4	15.4	39.8	304	23.0	11.2	17.5	12.5	10.5	7.5	9201	2799	7013	4987
	18/6-3.0	18	6	17.4	17.4	50.5	439	21.4	12.5	19.7	10.3	11.8	6.2	8556	3444	7862	4138
	18/7-2.6	18	7	17.6	17.6	51.6	454	20.4	13.0	16.7	13.3	10.0	8.0	8170	3830	6682	5318
	21/7-3.0	21	7	20.4	20.4	69.4	707	20.6	12.8	16.8	13.2	10.1	7.9	8222	3778	6706	5294
	21/7-3.2	21	7	20.6	20.6	70.7	728	20.6	12.8	16.8	13.2	10.1	7.9	8243	3757	6716	5282
	24/8-3.0	24	8	23.4	23.4	91.3	1068	20.4	12.5	22.3	7.7	13.4	4.6	8156	3844	8923	3077
	24/9-2.6	24	9	22.8	22.8	86.6	988	19.1	13.6	16.3	13.7	9.8	8.2	7658	4342	6526	5474
	27/9-3.0	27	9	26.4	26.4	116	1533	19.3	13.5	16.4	13.6	9.8	8.2	7703	4297	6545	5455
	27/11-2.6	27	11	25.6	25.6	109	1398	14.8	16.7	14.8	15.2	8.9	9.1	5903	6097	5906	6094
	30/10-3.0	30	10	29.4	29.4	144	2118	18.8	13.7	17.8	12.2	10.7	7.3	7512	4488	7102	4898
	30/13-2.6	30	13	30.8	30.8	158	2435	14.7	16.4	14.8	15.2	8.9	9.1	5893	6107	5922	6078

PROPIEDADES DE CIZALLADURA DEL CONTRACHAPADO LIJADO A UTILIZAR EN EL DISEÑO. TODOS LOS VALORES SE DAN PARA LA SECCIÓN TRANSVERSAL COMPLETA.

Tabla 3-7. Contrachapado de abedul

Espesor nominal mm	Resistencia característica				Módulo de rigidez medio			
	Cizalladura del panel		Cizalladura planar		Cizalladura del panel		Cizalladura planar	
	f _v N/mm²	f _{v⊥} N/mm²	f _r N/mm²	f _{r⊥} N/mm²	G _v N/mm²	G _{v⊥} N/mm²	G _r N/mm²	G _{r⊥} N/mm²
4	9.5	9.5	2.77	–	620	620	169	–
6.5	9.5	9.5	3.20	1.78	620	620	169	123
9	9.5	9.5	2.68	2.35	620	620	206	155
12	9.5	9.5	2.78	2.22	620	620	207	170
15	9.5	9.5	2.62	2.39	620	620	207	178
18	9.5	9.5	2.67	2.34	620	620	206	183
21	9.5	9.5	2.59	2.41	620	620	206	186
24	9.5	9.5	2.62	2.39	620	620	206	189
27	9.5	9.5	2.57	2.43	620	620	205	190
30	9.5	9.5	2.59	2.41	620	620	205	192
35	9.5	9.5	2.57	2.43	620	620	204	193
40	9.5	9.5	2.56	2.44	620	620	204	195
45	9.5	9.5	2.55	2.46	620	620	203	195
50	9.5	9.5	2.54	2.46	620	620	203	196

Tabla 3-8. Contrachapado combi



Espesor nominal	Resistencia característica				Módulo de rigidez medio			
	Cizalladura del panel		Cizalladura planar		Cizalladura del panel		Cizalladura planar	
mm	$f_{v \parallel}$ N/mm ²	$f_{v \perp}$ N/mm ²	$f_{r \parallel}$ N/mm ²	$f_{r \perp}$ N/mm ²	$G_{v \parallel}$ N/mm ²	$G_{v \perp}$ N/mm ²	$G_{r \parallel}$ N/mm ²	$G_{r \perp}$ N/mm ²
6.5	7.0	7.0	3.20	1.14	600	600	169	41
9	7.0	7.0	2.68	1.51	593	593	206	52
12	7.0	7.0	2.78	1.42	589	589	207	57
15	7.0	7.0	2.62	1.53	586	586	207	59
18	7.0	7.0	2.67	1.50	584	584	206	61
21	7.0	7.0	2.59	1.55	583	583	206	62
24	7.0	7.0	2.62	1.53	582	582	206	63
27	7.0	7.0	2.57	1.56	581	581	205	63
30	7.0	7.0	2.59	1.54	581	581	205	64

Tabla 3-9. Contrachapado combi mirror



Espesor nominal	Resistencia característica				Módulo de rigidez medio			
	Cizalladura del panel		Cizalladura planar		Cizalladura del panel		Cizalladura planar	
mm	$f_{v \parallel}$ N/mm ²	$f_{v \perp}$ N/mm ²	$f_{r \parallel}$ N/mm ²	$f_{r \perp}$ N/mm ²	$G_{v \parallel}$ N/mm ²	$G_{v \perp}$ N/mm ²	$G_{r \parallel}$ N/mm ²	$G_{r \perp}$ N/mm ²
6.5	7.0	7.0	2.05	1.78	581	581	66	123
9	7.0	7.0	1.72	2.35	579	579	69	155
12	7.0	7.0	1.78	2.22	578	578	69	170
15	7.0	7.0	1.68	2.39	577	577	69	178
18	7.0	7.0	1.71	2.34	577	577	69	183
21	7.0	7.0	1.66	2.41	577	577	69	186
24	7.0	7.0	1.68	2.39	577	577	69	189
27	7.0	7.0	1.65	2.43	576	576	68	190
30	7.0	7.0	1.66	2.41	576	576	68	192

Tabla 3-10. Contrachapado de conifera, chapas finas



Espesor nominal	Resistencia característica				Módulo de rigidez medio			
	Cizalladura del panel		Cizalladura planar		Cizalladura del panel		Cizalladura planar	
mm	$f_{v \parallel}$ N/mm ²	$f_{v \perp}$ N/mm ²	$f_{r \parallel}$ N/mm ²	$f_{r \perp}$ N/mm ²	$G_{v \parallel}$ N/mm ²	$G_{v \perp}$ N/mm ²	$G_{r \parallel}$ N/mm ²	$G_{r \perp}$ N/mm ²
4	7.0	7.0	1.77	–	530	530	56	–
6.5	7.0	7.0	2.05	1.14	530	530	66	41
9	7.0	7.0	1.72	1.51	530	530	69	52
12	7.0	7.0	1.78	1.42	530	530	69	57
15	7.0	7.0	1.68	1.53	530	530	69	59
18	7.0	7.0	1.71	1.50	530	530	69	61
21	7.0	7.0	1.66	1.55	530	530	69	62
24	7.0	7.0	1.68	1.53	530	530	69	63
27	7.0	7.0	1.65	1.56	530	530	68	63
30	7.0	7.0	1.66	1.54	530	530	68	64

Tabla 3-11. Contrachapado de conifera, chapas gruesas



Espeso nominal	Resistencia característica				Módulo de rigidez medio			
	Cizalladura del panel		Cizalladura planar		Cizalladura del panel		Cizalladura planar	
Tipo	$f_{v \parallel}$ N/mm ²	$f_{v \perp}$ N/mm ²	$f_{r \parallel}$ N/mm ²	$f_{r \perp}$ N/mm ²	$G_{v \parallel}$ N/mm ²	$G_{v \perp}$ N/mm ²	$G_{r \parallel}$ N/mm ²	$G_{r \perp}$ N/mm ²
9/3-3.0	3.5	3.5	0.98	–	350	350	45	–
9/3-3.2	3.5	3.5	0.98	–	350	350	45	–
12/4-3.0	3.5	3.5	0.95	–	350	350	35	–
12/5-2.6	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	50	30
15/5-3.0	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	50	29
15/5-3.2	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	51	29
18/6-3.0	3.5	3.5	1.22	0.64	350	350	71	25
18/7-2.6	3.5	3.5	0.97	0.82	350	350	52	38
21/7-3.0	3.5	3.5	0.98	0.82	350	350	52	38
21/7-3.2	3.5	3.5	0.98	0.82	350	350	51	40
24/8-3.0	3.5	3.5	1.50	–	350	350	144	25
24/9-2.6	3.5	3.5	1.01	0.78	350	350	52	42
27/9-3.0	3.5	3.5	1.01	0.78	350	350	52	41
27/11-2.6	3.5	3.5	0.90	0.92	350	350	52	48
30/10-3.0	3.5	3.5	1.04	0.72	350	350	63	35
30/13-2.6	3.5	3.5	0.92	0.89	350	350	51	49

3.2 PROPIEDADES DE HUMEDAD

EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CONTRACHAPADO

El contenido de humedad del contrachapado es normalmente del 7-12% cuando sale de la fábrica. Después de la entrega, el contenido de humedad del contrachapado puede variar (normalmente aumentando) durante el transporte, el almacenamiento y el posterior procesado. Como todos los demás materiales derivados de la madera, el contrachapado es un producto higroscópico y presenta un comportamiento mecánico viscoelástico. Por estas razones, es necesario tener en cuenta las condiciones de humedad al cargar contrachapado.

El contenido de humedad (H) se define por la siguiente fórmula

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} \cdot 100$$

Donde m_H es la masa inicial de la pieza de ensayo
 m_0 es la masa de la pieza de ensayo después de secar

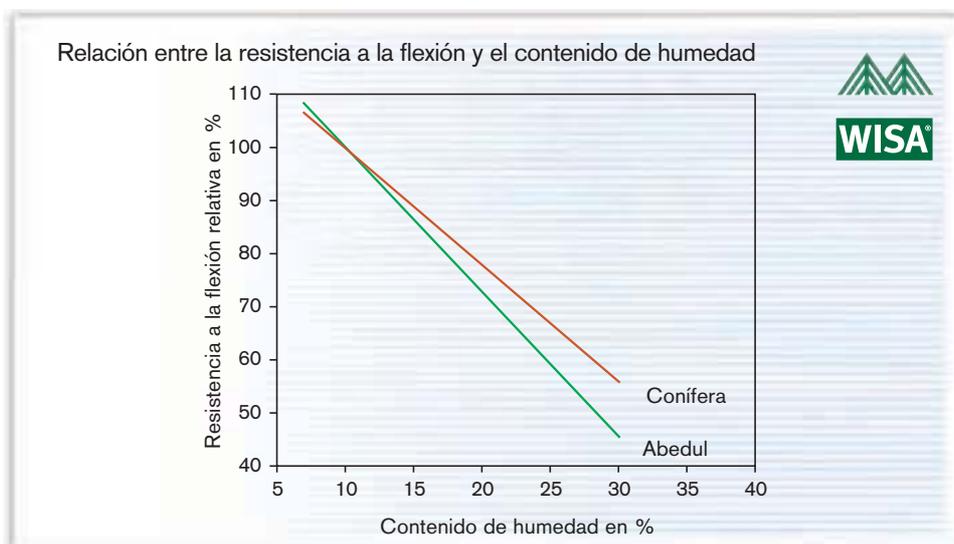
El contrachapado tiene un contenido de humedad equilibrado en condiciones dadas de humedad relativa (HR) y temperatura del aire (T). En la condición básica definida en el Eurocódigo 5: con $T = 20^\circ\text{C}$ y $HR = 65\%$, el contenido de humedad de equilibrio del contrachapado de chapa fina (abedul, combi, conífera) es del 12% aproximadamente y del contrachapado de conífera de chapa gruesa del 10%.

RELACIÓN ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS Y CONTENIDO DE HUMEDAD

Las propiedades mecánicas mencionadas en la sección 3.1 corresponden a un contenido de humedad de entre el 10% y el 12% del producto de contrachapado. Un aumento en el contenido de humedad dará lugar a una disminución en los valores de resistencia, módulo de elasticidad y módulo de cizalladura.

Sin embargo, a diferencia de otros tableros derivados de la madera, los contrachapados finlandeses de calidad para exteriores volverán normalmente a sus resistencias y módulos originales cuando vuelvan a su contenido de humedad original.

La Tabla 3-12 presenta los factores de modificación por los que deberán multiplicarse los valores básicos para obtener valores aplicables al contrachapado cuando el contenido de humedad sea en torno al 20%.



Relación entre el módulo de elasticidad y el contenido de humedad

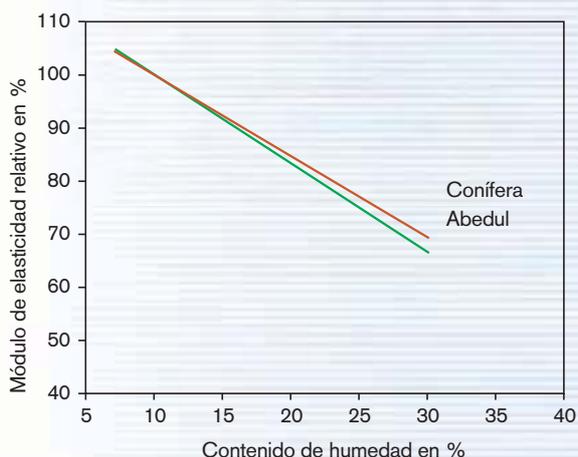


Tabla 3-12. Factores de modificación para la corrección de las propiedades mecánicas hasta unas condiciones de contenido de humedad del 20%.



Propiedad	Factor de modificación
Resistencia a la flexión	0.75
Resistencia a la cizalladura planar	0.80
Módulo de elasticidad en flexión	0.85
Módulo de cizalladura planar	0.65

VARIACIONES DIMENSIONALES

Los cambios dimensionales en y a través de la dirección de la veta de la cara del contrachapado finlandés para exteriores dan un promedio del 0,015% de aumento por 1% de aumento del nivel de humedad del contrachapado, en toda la gama de trabajo de un contenido de humedad de 10 - 27%. Los cambios en el espesor del tablero a lo largo de la misma gama de trabajo de contenido de humedad darán un promedio de 0,3-0,4% de aumento por 1% de aumento del nivel de humedad.

PASO DE LA HUMEDAD

La permeabilidad de los tableros a la humedad es importante en, por ejemplo, el diseño de paredes exteriores mixtas y tejados de edificios. El coeficiente de permeabilidad al vapor del contrachapado expresa la cantidad de vapor difundido a través del panel de contrachapado por unidad de tiempo cuando hay una humedad relativa del aire diferente y una diferencia específica de presión de vapor en cualquiera de los lados del panel. Los valores de la Tabla 3-13 han sido determinados de acuerdo con la norma BS 3177 usando el coeficiente de permeabilidad al vapor del contrachapado.

Tabla 3-13. Transmisión de humedad a través de las caras del contrachapado finlandés (BS 3177)



Contrachapado	Espesor, mm	Velocidad de transmisión g/(m ² ·24h)
Combi	6.5	16.4
	9	15.7
	15	9.1
	21	7.0
Contrachapado Combi revestido con película	6.5	3.5
	9	3.3
	15	2.9
	21	2.9
Conífera	9	14.8

La permeabilidad al vapor del contrachapado depende de su contenido de humedad. Cuando el contenido de humedad del contrachapado aumenta, la permeabilidad al vapor es también mayor. La Tabla 3-14 muestra la penetración de vapor del contrachapado k_d determinada de acuerdo con la DIN 53122 a diferentes contenidos de humedad del contrachapado.

Tabla 3-14 Permeabilidad del tablero contrachapado



	Espesor mm	HR 53 %		HR 90 %	
		Contenido de humedad, %	Penetración de vapor k_d kg/(Pa · s · m ² · 10 ¹²)	Contenido de humedad, %	Penetración de vapor k_d kg/(Pa · s · m ² · 10 ¹²)
Abedul	12	5.7	53	27	500
Combi	12	6.5	50	27	460
Abeto	12	6.0	50	27	460
Contrachapado revestido con película:					
Combi	12				16 88
Abeto	12	7.1	59		

3.3 DURABILIDAD BIOLÓGICA

EL CONTRACHAPADO EN EXTERIORES

En general, la durabilidad biológica del contrachapado es tan buena como la especie de madera de la que está hecho el tablero. Aunque el contrachapado finlandés está encolado con adhesivos de fenol-formaldehído para exteriores, la resistencia a la intemperie en exteriores de los contrachapados no revestidos en que los cantos no han sido sellados es limitada. En estructuras permanentes exteriores el contrachapado finlandés debe estar revestido, tener los cantos sellados, y estar instalado y mantenido adecuadamente para proporcionar una protección extra frente a los efectos adversos del tiempo. Los contrachapados finlandeses de abedul revestidos y con los cantos sellados también cumplen los requisitos de la norma EN 636-3.

La putrefacción de la madera está causada por el ataque de hongos. Los hongos sólo crecerán si hay suficiente humedad, oxígeno y una temperatura de +3...+40° C. En la práctica, si el contenido de humedad del contrachapado es mayor del 20% (el HR está por encima del 85%) y hay oxígeno, corre el riesgo de un ataque de hongos.

El riesgo de un ataque de hongos al contrachapado se puede evitar usando los métodos de construcción correctos para eliminar algunos de los factores mencionados. Además, la resistencia a pudrirse del contrachapado finlandés puede mejorarse mediante la aplicación de un tratamiento para madera (normalmente durante la fabricación, en la cola de fenol-formaldehído). La madera tratada con conservante se fabrica según la DIN 6800, apartados 2 y 5.

AZULADO, MOHO E INSECTOS

Tanto los hongos del azulado como el moho causan la decoloración de la madera. El moho crece sólo en la superficie de la madera. El hongo vive en las sustancias solubles de las células de la madera, pero no debilita de manera significativa la resistencia del contrachapado.

El insecto más peligroso para la madera es normalmente la termita. Los contrachapados de abedul, abeto y pino no son intrínsecamente resistentes al ataque de las termitas, pero se pueden hacer resistentes añadiendo tratamientos adecuados durante la fabricación.

LUZ ULTRAVIOLETA

El uso de contrachapados estándar no protegidos en aplicaciones exteriores puede llevar a su prolongada exposición a la luz solar fuerte, que incluye la radiación ultravioleta. En casos extremos, dicha exposición puede finalmente llevar a la rotura de las fibras de la madera. El contrachapado finlandés correctamente protegido con un revestimiento impermeable adecuado proporciona una excelente protección frente a la radiación ultravioleta y otros efectos atmosféricos adversos.

3.4 PROPIEDADES TÉRMICAS

AISLAMIENTO TÉRMICO

La conductividad térmica del contrachapado depende de su contenido de humedad. La Tabla 3-15 muestra el coeficiente de conductividad térmica del contrachapado finlandés en dos condiciones de humedad diferentes.

Tabla 3-15. Coeficiente de conductividad térmica del contrachapado finlandés (BS 2750)



Contra-chapado	Espesor mm	RH 47 %		RH 93%	
		Contenido de humedad, %	Conductividad λ W/(m · K)	Contenido de humedad, %	Conductividad λ W/(m · K)
Abedul	40	9.3	0.147	26	0.175
Combi	40	8.8	0.188	25	0.145
Conífera	40	10.4	0.110	25	0.132

DEFORMACIÓN TÉRMICA

El contrachapado tiene una excelente estabilidad dimensional al calor, muy superior a la de los metales y plásticos. En la práctica, la deformación térmica del contrachapado es tan pequeña que generalmente puede ignorarse.

GAMA DE TEMPERATURAS DE TRABAJO PARA LOS CONTRACHAPADOS

El contrachapado finlandés estándar y la mayoría de los productos de contrachapado revestidos son adecuados para su uso a temperaturas de 100° C y muchos hasta 120° C. Deberá consultarse al proveedor para aplicaciones a altas temperaturas, especialmente si el contrachapado va a soportar carga. El contrachapado soporta el frío incluso mejor que el calor y se puede utilizar a temperaturas continuas tan bajas como -200° C.

3.5 COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO

Aunque el contrachapado arde, puede tener una mejor resistencia al fuego que muchos materiales que no arden. El contrachapado tiene una estabilidad dimensional óptima al calor y una baja tasa de combustión, mejor que la madera sólida.

La temperatura a la que arderá el contrachapado cuando se expone a una llama es de 270° C aproximadamente, mientras que es necesaria una temperatura de más de 400° C para causar una combustión espontánea. Cuando se expone a un fuego totalmente desarrollado, el contrachapado se carboniza a una tasa lineal lenta y predecible (unos 0,6 mm por minuto), lo que le permite ser utilizado en ciertas construcciones resistentes al fuego. Esta propiedad se puede mejorar mediante impregnación o revistiendo el contrachapado con impregnaciones especiales o revistiéndolo con láminas no combustibles.

3.6 AISLAMIENTO ACÚSTICO

El sonido se transmite por el aire y a través de las estructuras. El aislamiento del sonido transmitido por el aire depende de la densidad del material aislante. El contrachapado es un buen material aislante en relación a su peso. Por estas razones el contrachapado es un buen material para soluciones de mejora acústica. El índice medio medido de reducción de sonido (para la gama de frecuencias 100-3200 Hz) para paneles sencillos de contrachapado finlandés se da en la tabla 3-16.

Tabla 3-16. Índice de reducción de sonido del contrachapado finlandés



Espesor nominal, mm	Índice de reducción del sonido, dB
6.5	20.0
18	23.8
24	25.3

El aislamiento acústico del contrachapado se puede mejorar utilizando una construcción de tipo "sándwich" y evitando espacios vacíos entre los elementos.

3.7 EMISIÓN DE FORMALDEHÍDO

La emisión de formaldehído del contrachapado encolado con adhesivo de resina de fenol-formaldehído es muy baja y los valores medidos están por debajo incluso de los requisitos nacionales más estrictos. Cuando se determina según la EN 717-2, la emisión de formaldehído del contrachapado de abedul no revestido para exteriores es de 0,4 mg HCHO/(m².h), considerablemente menor que los requisitos de la clase E1 (la mejor clase). El contrachapado finlandés también cumple los requisitos de los límites de emisión de formaldehído de la EN 84, clase de emisión A (la mejor clase).

3.8 RESISTENCIA QUÍMICA

El contrachapado finlandés tiene una buena resistencia a muchos ácidos diluidos y soluciones de sal ácida. Los álcalis tienden a causar ablandamiento. Deberá evitarse el contacto directo con agentes oxidantes como el cloro, hipocloritos y nitratos. Los alcoholes y algunos otros líquidos orgánicos tienen un efecto similar al agua, produciendo hinchamiento y una ligera pérdida de resistencia. Aparte de la decoloración, los aceites de petróleo no tienen efecto. Las películas fenólicas y los plásticos reforzados con fibra de vidrio mejoran la resistencia química de los contrachapados.